

瀑布沟水电站淹没区右岸公路边坡综合治理技术

史茂君¹, 杨禄兵²

(1. 成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 四川 成都 610059; 2. 四川鑫晟建筑工程有限公司, 四川 成都 610000)

摘要:瀑布沟水电站淹没区公路复建工程与该地区移民安置、社会稳定、经济发展息息相关。路基开挖形成的边坡土体疏松、岩石裸露破碎,局部地区还有陡坎和倒悬体,给公路的安全通行带来了巨大障碍。根据该段公路边坡防护要求,因地制宜采用重力式挡土墙、挂网喷锚和格构锚杆等技术措施进行综合整治。介绍了 3 种措施的技术特点、施工遇到的问题及解决方法。实践证明,三者的有机结合为该区边坡防护建立了可靠的安全保障,为公路边坡的防护积累了新的经验。

关键词:公路边坡;重力式挡土墙;挂网喷锚;格构锚杆

中图分类号:U416.1⁺4 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)12-0062-03

Comprehensive Treatment of Side Slope in Highway of Pubugou Hydropower Station Submerging Area/SHI Mao-jun¹, YANG Lu-bing² (1. Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan 610059, China; 2. Sichuan Xinsheng Constructoin Engineering Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610000, China)

Abstract: The loose soil, broken rocks, scarp and some overhanging structures were caused by the roadbed excavation. According to the requirements of this highway slope protection and local conditions, comprehensive protection measures with gravity retaining walls, shotcrete rockbolt mesh and lattice anchor rod were adopted. This paper introduces 3 technical features, various construction difficulties and the solutions in the construction process. Practice shows that the organic combination of 3 measures established a reliable security guarantee to slope protection in this area and new experience to highway slope protection was accumulated.

Key words: highway side slope; gravity retaining wall; shotcrete rockbolt mesh; lattice anchor rod

1 工程概况

瀑布沟水电站(简称瀑电)是实施大渡河“流域、梯级、滚动、综合”开发战略的第一个电站建设项目,是国家“十五”重点建设项目,也是西部大开发的标志性工程。大坝位于四川汉源县和甘洛县境内,是以发电为主、兼有防洪拦沙等综合效益的特大型水利水电枢纽工程,电站装机容量 3300 MW,年发电量 145.8 亿 kWh,是目前四川最大的水电工程。

瀑布沟水电站淹没区右岸公路(以下称环湖路)复建工程边坡防护项目,位于汉源县境内大渡河沿线,处于峡谷坡脚地带,该路段全长 54.216 km,是桂贤乡至永和乡的交通枢纽。治理路段位于川滇南北构造带北段东侧,为南北向与北西向、北东向三大构造的复合区,属扬子准地台西部之二级构造单元上扬子台褶带范畴。区内地下水类型有基岩裂隙潜水和松散堆积层孔隙潜水,多富集于断层破碎带及裂隙密集带,具局部承压集中涌水特点。大量降雨和地下水致使边坡出现不良地质现象,该段

属地质灾害易发区。瀑电建成后最高水位高程为 850 m,河床内的堆积物大多被淹没,包括既有的大渡河沿线老公路,路基开挖形成后,路堑边坡土体疏松、岩石裸露破碎、局部地区有陡坎和倒悬体,常有落石坠落,给当地居民的安全通行造成障碍和心理负担,故环湖路的建成通车迫在眉睫。

2 治理工程施工技术

环湖路由桂贤乡起穿越大树、小堡至永和乡,各段地质状况有别,根据各段实际情况设计分别采用重力式挡土墙、挂网喷锚和格构锚杆防护边坡。三种措施因地制宜,其中大量使用了挂网喷锚防护,并辅以重力式挡土墙和格构锚杆支挡结构,既节约了成本又能达到边坡整治的目的。

2.1 重力式挡土墙

在 K0+060~K2+160、K12+822~K13+272 和 K28+860~K30+080 段的局部地段,坡高 5~8 m,坡度 9°~44°,地层主要由第四系早期冲洪积及

收稿日期:2009-10-15

作者简介:史茂君(1986-),男(汉族),四川广元人,成都理工大学研究生在读,防灾减灾工程及防护工程专业,从事地质灾害治理与施工技术研究工作,成都理工大学银二 469 室,maojun1_1@163.com。

冰水堆积的块碎石夹卵砾石伴有坡残积亚砂土夹熔岩碎块石组成,下伏紫红色砂岩,岸坡结构松散。场区石料来源广,沟谷水源丰富,可就地取材,这些段靠挡土墙自重足以平衡墙背的土压力。

2.1.1 施工工艺

其施工工艺流程为:地面排水→放线定位→基槽开挖→基底平整夯实→基础面清理→墙身砌筑→土方回填→水泥砂浆勾缝。

2.1.2 施工质量控制

重力式挡土墙稳定性好、施工容易、结构简单,但在施工过程中也会遇到诸如墙体砌筑质量不高、基础处理不到位、泄水孔布置不合理等问题。通过对各方面原因的分析,应把防治结合的思想贯穿整个施工过程中。施工前先对水文地质作准确的勘察,严格按照规定的工序和工艺施工,并注重排水工作。按设计墙高3~5 m,墙厚度相应为1~1.5 m,墙顶有陡坡则按1:0.5放坡,砌筑砂浆标号为M7.5。对基坑的开挖,按照平面位置和墙身的尺寸准确放线开挖,平整夯实基底并做好基坑排水工作。砌筑时先按设计对墙身垂直度或坡度、表面平整度和顶面高程样板挂线作为施工参照并经常校正挂线位置,浆砌石底面要卧浆,铺砌立面缝要填浆补实,每10~15 m设伸缩缝和沉降缝,缝内用沥青麻絮填塞,拉结石按墙面每0.7 m²至少设置一块以保证墙体整体稳定性。在汇水面积大的墙段须做好排水措施,泄水孔 $\varnothing 80$ mm PVC管间距2~3 m按梅花形布置,其端头置土工织物。待砂浆强度达70%以上时在墙后填筑透水性好的材料并分层压实以保证墙后积水的及时疏导,减小动水压力对墙体的作用,确保其稳定性。

2.2 挂网喷锚

在K10+540~K12+300、K21+640~K23+900和K25+200~K35+010段,由于岩石多受中等风化,岩体中节理裂隙发育,完整性差,结构面发育,出露的表层岩石呈碎石状,结构松散。由于前期路基的开挖采用爆破方式,岩层受到爆破震动的影响,局部有层面裂缝张开,破碎松散犬牙交错,落石现象频发,兼有倒悬体于坡顶,坡面松散破碎,设计采用挂网锚喷防护对该段进行治理。

2.2.1 施工工艺

为确保安全和工程质量,施工须按规定的施工方案和工艺流程进行,其施工工艺流程为:搭设脚手架→削坡减载、清理危岩→初喷砼(厚7.5 cm)→测量放线定位→钻机就位→钻孔→清孔→注浆→插

入锚杆→挂钢筋网→泄水孔设置→终喷砼至设计厚(15 cm)→养护→拆除脚手架。

对高边坡需采用双排架,底层立杆须搭设在变形小的岩土体上,以防脚手架沉降倾覆,考虑到方便施工和钻孔位置准确,其纵横间距宜采用1.5~1.7 m,并在其端部立面设置剪刀撑提高整体稳定性。钻孔的位置、孔深、间距、钻孔角度和钻进效率对治理效果和工程进度有重要的影响,采用风量21.2 m³/min、风压1.38 MPa的寿力空压机配2~3台YQ100E型潜孔钻机,并使用硬质合金球齿钻头钻进。成孔后及时注浆锚固,注浆锚杆为全粘结锚杆,施工情况如表1。

表1 注浆锚杆施工情况

序号	孔深 /m	孔径 /mm	间距 /m	钢筋规格 /mm	锚杆长度 /m	砂浆 标号
1	2.4	90	3×3	$\varnothing 25$ HRB335	2.16	M30
2	6.4	90	3×3	$\varnothing 25$ HRB335	6.16	M30
3	11.2	110	3×3	$\varnothing 32$ HRB335	11.35	M30

锚杆须按设计焊接对中支架和导向头,以保证锚杆居孔中,其中11.35 m的为压力注浆锚杆,端头设置20 cm×20 cm×2 cm的钢垫板作为承压板,锚杆体上每隔2 m焊接钢筋支架。下入锚杆同时下入注浆管距孔底约10 cm,采用注浆泵进行压力注浆,注浆压力为0.2~0.4 MPa,随砂浆的注入缓慢匀速拔出注浆管。待砂浆凝固后,制作锚墩,安装钢垫板并焊接4根 $\varnothing 32$ mm 螺纹钢压住钢垫板,然后封锚。挂网钢筋为 $\varnothing 8$ mm 盘圆钢筋,网孔间距15 cm×15 cm,节点处绑扎或焊接并用50 cm长挂接钢筋压住钢筋网后焊接在锚杆弯头挂钩上,使钢筋网和锚杆结成一体。泄水孔采用 $\varnothing 80$ mm PVC管下倾2%~4%,按3 m×3 m梅花形布设,最后喷C20细石砼,7天内喷水养生保证其强度的发展。边坡的喷锚防护如图1所示。

2.2.2 施工存在的问题及对策

K10+540~K12+300段由陡坡顺向坡和斜向坡组成,当地居民称该段为偏向岩段,岩石风化严重,钻进过程中岩体易垮塌,采用由坡顶至坡底的“逆作法”施工并及时注浆锚固,增强岩土体稳定性,给后续工作建立起安全保障。

(1)坡面裂隙发育的破碎地带易卡钻,应保持足够的风量和风压,出现埋钻事故时,应立即降低钻具转速,并用高压风(1.2 MPa)强行吹孔。当吹出部分岩屑和岩块后,再使钻具高速回转,快速上下串动钻具并吹风排出事故。在松散的洪积层或破碎带

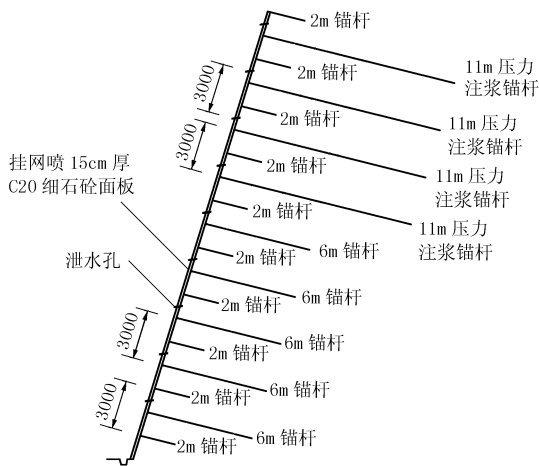


图1 喷锚防护剖面示意图

钻进时,可采用跟管钻进的方法,成孔后可利用潜孔锤反冲起拔钻具、套管。

(2)在裂隙发育的地段,漏浆严重,采用二次或多次间歇灌浆或用低压浓浆的方法将孔注满,砂浆强度须经实验室检测。岩面凹陷超过30 cm时需用片块石嵌补平整,在K11+500处裂隙水发育,更应做好排水措施。

(3)影响喷砼强度的一个重要因素就是回弹。回弹不仅浪费材料,还改变砼的配合比,应将回弹率控制在10%以内。回弹率与许多因素有关,如喷射砼的配合比、速凝剂的掺量、工作风压、水压和水量、喷层厚度、受喷面是否光滑和有无粉尘、喷射顺序和喷嘴移动方式等。回弹物应及时回收利用,可作为集料掺入使用,但掺量不得超过总集料的30%。喷砼要密实,并在喷射面板上截取试验试压块。

2.3 格构锚杆

在K20+810~906段边坡两端植被较茂盛,但该地段破碎松散兼有浅层滑坡,设计采用格构锚杆防护。主要是将坡体下滑力、岩土压力通过框格梁分配给锚杆,再通过锚杆传到深层稳定岩土体而稳定边坡,并与周围环境和谐一致。

2.3.1 施工工艺

其工艺流程:修整坡面→开挖基槽→浇砼垫层→绑钢筋→支模板→钻孔→清孔→验孔→锚杆施工→注浆→格构梁钢筋制作与安装→浇格构梁砼→养护。

2.3.2 格构锚杆施工质量控制

锚杆起加固和锚固的作用,因此,它关系着工程的成败,然而影响锚杆施工质量的因素颇多,施工方案、施工机具的选择、钻工的技术水平和责任心、注浆设备和方式等都对锚杆抗拔力有很大的影

响。所以,在施工时,首先应该准确定位锚孔,保证钻孔位于梁的结点上,同时孔深、孔径和倾角须满足设计和规范要求。在注浆时浆液配合比、注浆工艺、注浆量、注浆压力和注浆时间都影响锚杆的抗拔力,在浆液的初凝期防止对浆体的扰动,以免影响其强度。养护完毕后须对锚杆抗拔力进行检查验收,按各分项工程总数量的3%且不少于3根进行拉拔试验,拉拔力必须符合要求。

格构梁施工时,钢筋骨架用 $\varnothing 18$ mm HRB335螺纹钢下料后弯曲成形。模板的安装须到位,并能承受砼和振捣施工荷载不变形,浇筑砼要密实,并抽样检测,强度须达到规定标号C25。格构施工完成后,锚杆和框架应协同受力。

3 治理效果评价

施工时严格按照工序操作,每完成一道工序,须经自检合格再申请监理复检认可后才能进行下一道工序的施工。各工序的质量检测评定和日后工程实体的可靠运行是治理效果的客观反映。对关系工程质量的关键工序,如喷砼的强度和厚度、挂网的网孔尺寸以及钢筋网与岩面的距离、锚杆间距等应严格施工。经检测,需检测的各项均满足设计和规范要求,尤其是在8月6日发生大渡河崩滑壅塞体堵江事件前后,工程经受住了暴雨暴晴极端恶劣天气的考验,事实证明,环湖路边坡的治理达到了预期的目的。

4 结语

瀑电淹没区右岸公路重建工程工期短,任务重,喷锚防护施工难度大。各段根据具体情况采用适当支挡结构合理整治,综合运用削坡、加固、支挡、防护和排水措施。在施工过程中贯彻动态设计思想,及时合理调整施工方案,为修建“快、达、畅、美”的公路积累了宝贵的经验。

参考文献:

- [1] GB 50086-2001, 锚杆喷射混凝土支护技术规范[S].
- [2] GB 50330-2002, 建筑边坡工程技术规范[S].
- [3] GB 50010-2002, 混凝土结构设计规范[S].
- [4] JTGF 80/1-2004, 公路工程质量检验评定标准[S].
- [5] 谢元玉,等. 内宜高速K43+200~256段边坡治理措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(2).
- [6] 李俊,彭振斌,等. 锚喷支护在岩质边坡治理中的应用浅析[J]. 土工基础, 2008, (6).
- [7] 邹勇,等. 格构锚固技术在三峡库区地质灾害治理中的应用[J]. 中国农村水利水电, 2005, (8).